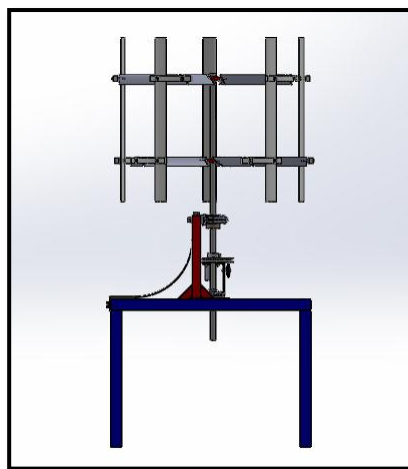


### BAB IV

### PERANCANGAN

#### 4.1 Jenis Turbin Angin

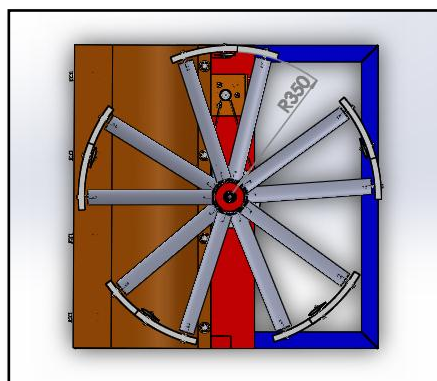
Turbin angin yang dirancang adalah jenis turbin angin tipe poros silang. Turbin angin ini terdiri dari sudu horizontal dan vertikal. Sudu vertikal menggunakan airfoil NACA 0012 dengan jumlah 5 buah. Sedangkan sudu horizontal menggunakan airfoil NACA 4412 dengan 2 susunan sudu masing-masing berjumlah 5 buah. Sudu vertikal mempunyai chordline 50 mm dan tinggi 600 mm. Sudu horizontal mempunyai chordline 50 mm dan diameter 700 mm.



Gambar 4.1 Desain Turbin Angin Poros Silang

#### 4.2 Dimensi Sudu Rotor Turbin

Untuk mendesain sebuah turbin, turbin harus memiliki jenis dan dimensi, untuk menentukan jenis turbin yang digunakan dihitung berdasarkan kecepatan angin pada kondisi sekitar.



Gambar 4.2 Diameter Turbin

### 4.3 Daya Angin

Daya angin yang datang pada rotor, dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A U^3$$

Dengan asumsi temperatur udara 25 °C maka massa jenis udara 1,19 kg/m<sup>3</sup>. Luas satuan rotor adalah sebagai berikut :

$$A = Dh = (0.6 \text{ m})(0.7 \text{ m}) = 0.42 \text{ m}^2$$

Dalam perancangan ini kecepatan angin dipilih 5 m/s. Dengan demikian daya angin sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_w &= \frac{1}{2} \left( 1,19 \text{ kg/m}^3 \right) (0,42 \text{ m}^2) (5 \text{ m/s})^3 \\ &= 31,24 \text{ W} \end{aligned}$$

#### 4.3.1 Tip Speed Ratio (TSR)

*Tip Speed Ratio* (TSR) adalah perbandingan antara kecepatan sudu rotor dengan kecepatan angin yang dipilih sebesar 5 m/s dan dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{\omega r}{U} \\ &= \frac{(30 \text{ rad/s})(0.35 \text{ m})}{5 \text{ m/s}} = 2,1 \end{aligned}$$

Untuk mencari kecepatan sudu rotor dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi n}{60} \\ &= \frac{2\pi(285 \text{ rpm})}{60} = 30 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

#### 4.3.2 Torsi poros rotor

Torsi pada poros turbin ditentukan dengan menggunakan persamaan (4-)di bawah ini

$$T = \alpha I_{tot}$$

Percepatan sudut dicari dengan persamaan :

$$\alpha = \frac{\omega_1 - \omega_0}{t}$$

$$= \frac{30-0}{10} = 3 \text{ rad/s}^2$$

Momen inersia poros dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{1}{2} m (r_1^2 + r_2^2) \\ &= \frac{1}{2} 0,4 \text{ kg} (0,007^2 \text{ m} + 0,01^2 \text{ m}) \\ &= 0,00003 \text{ kgm}^2 \end{aligned}$$

Momen inersia hub dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} I_h &= \frac{1}{2} mr^2 \\ &= \frac{1}{2} (0,115 \text{ kg})(0,035^2 \text{ m}) \\ &= 0,00007 \text{ kgm}^2 (2) \\ &= 0,00014 \text{ kgm}^2 \end{aligned}$$

Momen inersia sudu rotor horizontal dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} I_{sh} &= \frac{1}{3} ml^2 \\ &= \frac{1}{3} (61,04 \text{ g}) (0,3^2 \text{ m}) \\ &= \frac{1}{3} (0,061 \text{ kg}) (0,09^2 \text{ m}) \\ &= 0,00016 \text{ kgm}^2 (10) \\ &= 0,0016 \text{ kgm}^2 \end{aligned}$$

Momen inersia sudu rotor vertikal dihitung dengan persamaan :

$$I_{sv} = mr^2$$

$$\begin{aligned} &= (112,71 \text{ g})(0,35^2 \text{ m}) \\ &= (0,11271 \text{ kg})(0,1225 \text{ m}) \\ &= 0,0138 \text{ kgm}^2 \text{ (5)} \\ &= 0,07 \text{ kgm}^2 \end{aligned}$$

Momen inersia connector dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} I_c &= mr^2 \\ &= (18,48 \text{ g})(0,35^2 \text{ m}) \\ &= (0,0185 \text{ kg})(0,1225 \text{ m}) \\ &= 0,00226 \text{ kgm}^2 \text{ (10)} \\ &= 0,0226 \text{ kgm}^2 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan momen inersia mur dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} I_m &= m_n r_n^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots m_{70} r_{70}^2 \\ &= (0,0007 \text{ kg})(0,35^2 \text{ m})(70) \\ &= 0,006 \text{ kgm}^2 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan momen inersia ring dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} I_r &= m_n r_n^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots m_{90} r_{90}^2 \\ &= (0,0002 \text{ kg})(0,35^2 \text{ m})(90) \\ &= 0,0022 \text{ kgm}^2 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan momen inersia baut dihitung dengan persamaan :

$$I_b = m_n r_n^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots m_{30} r_{30}^2$$

$$= (0,0038 \text{ kg})(0,35^2 \text{ m})(30)$$

$$= 0,014 \text{ kgm}^2$$

Untuk mendapatkan momen inersia pulley dihitung dengan persamaan :

$$I_{pl} = mr^2$$

$$= \frac{1}{2} (0.403 \text{ kg})(0,075^2 \text{ m})$$

$$= 0,0013 \text{ kg m}^2$$

Untuk mendapatkan momen inersia total dihitung dengan persamaan :

$$I_{tot} = I_p + I_h + I_{sh} + I_{sv} + I_c + I_m + I_r + I_b + I_{pl}$$

$$= 0,00003 + 0,00014 + 0,0016 + 0,07 + 0,0226 + 0,006$$

$$+ 0,0022 + 0,014 + 0,0013$$

$$= 0,11787 \text{ kgm}^2$$

Setelah moment inersia total didapat kemudian menentukan torsi poros rotor dengan persamaan :

$$T = \alpha I_{tot}$$

$$= (3^{rad/s}) (0,11787 \text{ kgm}^2)$$

$$= 0,35 \text{ N.m}$$

### 4.3.3 Daya Turbin

Daya keluaran turbin dihitung menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}P_t &= T\omega \\&= (0,35)(30) \\&= 10,5 \text{ W}\end{aligned}$$

### 4.3.4 Koefisien daya

Untuk mendapatkan koefisien daya dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}C_p &= \frac{P_t}{P_w} \\&= \frac{10,5 \text{ W}}{31,24 \text{ W}} \\&= 0,34 \text{ (100\%)} \\&= 34\%\end{aligned}$$

### 4.3.5 Soliditas sudu

Blade solidity didefinisikan sebagai area blade total dibagi dengan area rotor, dan merupakan parameter utama dalam menentukan kinerja rotor :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{Nc}{2\pi r} \\&= \frac{(15)(0,05)}{(2)(3,14)(0,35)} = 0,34\end{aligned}$$